

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. März 2003 (20.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/022757 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C03B 23/047,
37/012

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): HERAEUS TENEVO AG [DE/DE]; Quarzstrasse 8,
63450 Hanau (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/00664

(71) Anmelder (nur für JP, KR): SHIN-ETSU QUARTZ
PRODUCTS CO., LTD. [JP/JP]; 22-2, Nishi-Shinjuku
1-chome, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023 (JP).

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2002 (23.01.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(72) Erfinder; und

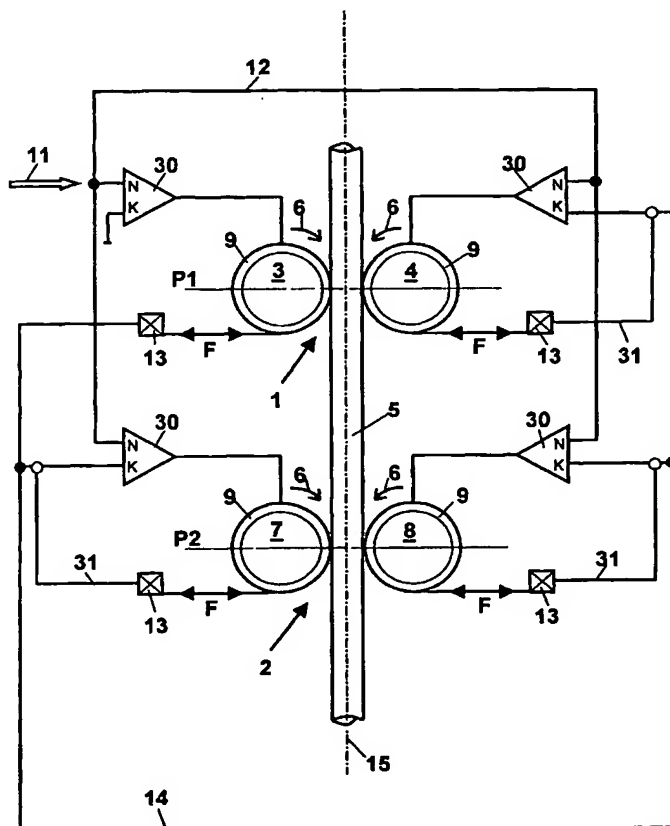
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOGDAHN, Thomas
[DE/DE]; Ahornweg 1b, 63791 Karlstein (DE). GANZ,
Oliver [DE/DE]; Pfingstweidstrasse 1, 63486 Bruchköbel
(DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A CYLINDRICAL GLASS BODY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES ZYLINDERFÖRMIGEN GLASKÖR-
PERS



(57) Abstract: According to a known method for producing a cylindrical glass body by a vertical drawing process, a glass slug is softened in a heating zone and is drawn in the form of a strand of glass by means of an extractor at a controlled drawing speed. Said extractor comprises a first extracting unit with rolling bodies that roll off on the strand of glass and that are distributed across its periphery. Said rolling bodies are composed of a reference rolling body and at least one auxiliary rolling body. The drawing speed is controlled via the speed of the reference rolling body. The aim of the invention is to reduce damages to the surface of the strand of glass caused by drawing and prevent deformations due to bends of the strand of glass. According to the invention, a value is determined for the torque of the reference rolling body (3) depending on the weight of the drawn off strand of glass (5), said value being taken as a desired torque for adjusting the torque of the at least one auxiliary rolling body (4; 7; 8).

(57) Zusammenfassung: Bei einem bekannten Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers in einem Vertikalziehprozess wird ein Glasrohling in einer Heizzone erweicht und als Glasstrang mit geregelter Ziehgeschwindigkeit mittels eines Abzugs abgezogen, wobei der Abzug eine erste Abzugseinheit mit am Glasstrang abrollenden und um dessen Umfang verteilten Rollkörpern, die von einem Referenz-Rollkörper und mindestens einem Hilfs-Rollkörper gebildet werden, aufweist, wobei die Ziehgeschwindigkeit über die Drehzahl

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/022757 A1



(74) **Anwalt: GRIMM & STAUDT**; Edith-Stein-Strasse 22,
63075 Offenbach (DE).

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden*
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen
— *auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21*
Absatz 2 Buchstabe a geltenden Frist

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

des Referenz-Rollkörpers geregelt wird. Um hiervon ausgehend Oberflächenbeschädigungen des Glasstrangs durch den Abzug zu verringern und Verformungen infolge vorhandener Biegungen des Glasstrangs zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen Glasstrangs (5) ein Wert für das Drehmoment des Referenz-Rollkörpers (3) ermittelt wird, und dass der ermittelte Wert als Soll-Drehmoment für die Einstellung des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper (4; 7; 8) herangezogen wird.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers, insbesondere eines Quarzglaskörpers, in einem Vertikalziehprozess, umfassend einen Verfahrensschritt, in welchem ein Glasrohling einer Heizzone zugeführt, darin bereichsweise erweicht und aus dem erweichten Bereich ein Glasstrang mit geregelter Ziehgeschwindigkeit mittels eines
10 Abzugs abgezogen wird, der eine erste Abzugseinheit mit am Glasstrang abrollenden und um dessen Umfang verteilten Rollkörpern, die von einem Referenz-Rollkörper und mindestens einem Hilfs-Rollkörper gebildet werden, aufweist, wobei die Ziehgeschwindigkeit über die Drehzahl des Referenz-Rollkörpers geregelt wird.

15 Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers, insbesondere eines Quarzglaskörpers, in einem Vertikalziehprozess, mit einem ringförmigen Heizelement zum Erhitzen und Erweichen eines Glasrohlings, mit einem Abzug, der einen Rahmen aufweist, an dem eine erste Abzugseinheit mit am Glasstrang abrollenden und um dessen
20 Umfang verteilten Rollkörpern, die von einem Referenz-Rollkörper und mindestens einem Hilfs-Rollkörper gebildet werden, gehalten wird, wobei der Referenz-Rollkörper mit einer Drehzahlregelung zur Einstellung der Ziehgeschwindigkeit verbunden ist.

Derartige Verfahren und Vorrichtungen dienen der Herstellung von
25 zylinderförmigen Bauteilen, insbesondere von Rohren und Stäben aus Quarzglas, oder Vorformen für optische Fasern. In der DE-A 195 36 960 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Gattung beschrieben. Zur Herstellung eines Quarzglasrohres in einem Vertikalziehprozess wird ein Quarzglas-Hohlzylinder mit dem unteren Ende beginnend einem Ringofen zugeführt, darin erhitzt und
30 zonenweise erweicht. Aus dem erweichten Bereich wird unter Ausbildung einer

Ziehzwiebel kontinuierlich ein Quarzglasrohrstrang nach unten abgezogen. Hierfür ist in einer vertikal festen Position ein Abzug vorgesehen, der zwei Rollen aufweist, die sich am abgezogenen Rohrstrang gegenüberliegend gegensinnig daran abrollen. Der Außendurchmesser und die Wandstärke des Rohrstrangs werden auf einen vorgegebenen Sollwert geregelt. Stellgröße für diese Regelung sind Ziehgeschwindigkeit und Blasdruck, wobei die Ziehgeschwindigkeit durch Drehzahlregelung der Rollen eingestellt wird. Vom abgezogenen Rohrstrang werden von Zeit zu Zeit Rohrstücke mit der gewünschte Länge abgetrennt.

Da das Quarzglas im Bereich des Abzugs noch nicht vollständig abgekühlt ist, können die Rollen Abdrücke erzeugen. Besonders bei Biegungen des Glasstrangs können hohe Kräfte auf den Glasstrang einwirken, die durch Hebelwirkung im Bereich der Ziehzwiebel eine weitere Verformung des Strangs erzeugen können. Darüber hinaus kommt es durch ungleichmäßigen Abrieb der sich gegenüberliegenden Rollen zu Gangunterschieden, die zu Schleifspuren und anderen Oberflächenverletzungen führen. Auch plötzliche Gewichtsänderungen des Glasstrangs beim Ablängen können zu Verletzungen der Oberfläche im Bereich des Abzugs beitragen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das Oberflächenbeschädigungen des Glasstrangs durch den Abzug verringert und bei dem Verformungen infolge vorhandener Biegungen des Glasstrangs vermieden werden. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bereitzustellen, die es ermöglicht, in einem Vertikalziehprozess zylinderförmige Quarzglaskörper weitgehend ohne Oberflächenbeschädigungen herzustellen.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen Glasstrangs ein Wert für das Drehmoment des Referenz-Rollkörpers ermittelt wird, und dass der ermittelte Wert als Soll-Drehmoment für die Einstellung des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper herangezogen wird.

Bei den Rollkörpern handelt es sich im einfachsten Fall um Rollen (Walzen) mit einer Abrollfläche in Zylindermantelform. Mehrere Rollkörper sind um den Glasstrang so verteilt, dass sich die von den Rollkörpern radial auf den Glasstrang aufgebrauchten Anpresskräfte gegenseitig kompensieren. Die Rollkörper einer ersten Abzugseinheit liegen im einfachsten Fall - aber nicht notwendigerweise - in einer gemeinsamen horizontalen Ebene am Glasstrang an.

Bei mindestens einem der Rollkörper wird die Drehzahl und damit die Ziehgeschwindigkeit des Abzugs geregelt. In den folgenden Erläuterungen wird dieser Rollkörper der ersten Abzugseinheit als „Referenz-Rollkörper“ oder auch als „Referenzrolle“ bezeichnet. Aufgrund des Durchmesser der Referenzrolle und ihrem Reibungskoeffizient im Kontakt mit dem Glasstrang stellt sich bei der eingestellten Drehzahl und in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen Glasstrangs ein bestimmtes Drehmoment für die Referenzrolle ein.

Das Drehmoment „D“ eines drehbar gelagerten Körpers ist definiert als das Produkt von Kraft „K“ und Hebelarm „l“.

$$D = K \times l$$

Die Kraft „K“ ergibt sich beim vorliegenden Vertikalziehprozess aus dem Gewicht des abgezogenen Glasstrangs in Verbindung mit der Haftreibung des Rollkörpers im Kontakt mit dem Glasstrang. Die Haftreibung wird durch die Umfangsgeschwindigkeit des am Glasstrang abrollenden Rollkörpers beeinflusst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird das Drehmoment der Referenzrolle oder ein mit diesem Drehmoment korrelierbarer Wert ermittelt und der ermittelte Wert wird als „Soll-Drehmoment“ als Vorgabe für die Einstellung des Drehmoments der übrigen Rollkörper der ersten Abzugseinheit herangezogen. Deren Drehmomente werden somit anhand des vorgegebenen Soll-Drehmoments koordiniert. Die Drehmomente des Hilfs-Rollkörpers beziehungsweise der Hilfs-Rollkörper können sich aufgrund einer Vielzahl von Gründen von dem Drehmoment des Referenz-Rollkörpers unterscheiden. Als Beispiele seien unterschiedliche Drehzahlen und Außendurchmesser oder Unrundheiten der Rollkörper genannt. Eine Ursache für unterschiedliche Außendurchmesser und Unrundheiten kann Abrieb sein.

Der Wert des Drehmoments der Referenzrolle lässt sich sowohl durch Messen als auch rechnerisch ermitteln. Im einfachsten Fall wird der Wert an der Referenzrolle direkt gemessen. Hierfür geeignet sind zum Beispiel sogenannte „DMS-Aufnehmer“ (Dehnungsmessstreifen) oder damit ausgestattete Messgeräte, wie Drehmomentenmesswellen. Das Drehmoment stellt sich infolge des tatsächlich wirkenden Gewichts des abgezogenen Glasstrangs ein, so dass die genaue Kenntnis dieses Gewichts nicht erforderlich ist. Das Drehmoment oder die zeitliche Änderung desselben können aber auch auf Basis der konkreten verfahrenstechnischen und apparativen Gegebenheiten, wie dem aktuellen Außendurchmesser der Referenzrolle, dem Reibungswiderstand beim Abrollen und dem Gewicht des abgezogenen Glasstrangs (oder dem Volumen desselben) errechnet werden.

Dadurch, dass die Drehmomente beim Abrollen der Rollkörper der ersten Abzugseinheit anhand des Drehmoments der Referenzrolle koordiniert werden, wird gewährleistet, dass die Rollkörper der Abzugseinheit gleiche oder ähnliche Umfangsgeschwindigkeiten aufweisen. Im Idealfall üben alle Rollkörper der Abzugseinheit auf den Glasstrang gleiche Kräfte aus. Gangunterschiede zwischen den Rollkörpern und dadurch verursachte Verletzungen der Oberfläche des Glasstrangs werden so vermieden.

Sowohl die Ermittlung des Soll-Drehmoments, als auch die Einstellung des Drehmoments der Hilfs-Rollkörper anhand des Soll-Drehmoments erfolgt während des Ziehprozesses mehrmals, vorzugsweise kontinuierlich. Änderungen des Soll-Drehmoments – etwa aufgrund von Gewichtsänderungen des Glasstrangs oder von Unrundheiten der Referenzrolle - werden so laufend berücksichtigt und dadurch bedingte Gangunterschiede zwischen den Rollkörpern können vermieden werden. Das Drehmoment des Hilfs-Rollkörpers oder der Hilfs-Rollkörper entspricht im Idealfall genau dem Drehmoment der Referenzrolle. Das Soll-Drehmoment der Referenzrolle wird laufend (mehrmals, vorzugsweise kontinuierlich) neu ermittelt. Damit ergibt sich ein variables Soll-Drehmoment als Vorgabe für den mindestens einen Hilfs-Rollkörper. Vorzugsweise wird das

Drehmoment des mindestens einen Hilfs-Rollkörpers auf dieses variable Soll-Drehmoment geregelt.

Es hat sich als günstig erwiesen, einen Abzug einzusetzen, der mindestens eine mehrere Rollkörper umfassende zweite Abzugseinheit aufweist. Die zweite
5 Abzugseinheit ist - in Richtung der Glasstrang-Längsachse gesehen – oberhalb oder unterhalb der ersten Abzugseinheit angeordnet. Es können mehrere axial beabstandete Abzugseinheiten eingesetzt werden. Unter einer „zweiten Abzugseinheit“ wird hier und im Folgenden jede weitere – zweite, dritte, vierte usw. – Abzugseinheit verstanden. Die Rollkörper der zweiten Abzugseinheit sind in
10 axialer Richtung gesehen übereinander oder versetzt zueinander angeordnet.

Die zweite Abzugseinheit umfasst mindestens zwei Rollkörper. Es ist nicht erforderlich, dass die Anzahl, Geometrie oder Anordnung der Rollkörper von erster und zweiter Abzugseinheit übereinstimmen. Im Übrigen gilt hinsichtlich der Geometrie und der Anordnung der Rollkörper der zweiten und jeder weiteren
15 Abzugseinheit am Glasstrang das oben für die Rollkörper der ersten Abzugseinheit Gesagte entsprechend.

Der Einsatz mehrerer axial am Glasstrang verteilter Abzugseinheiten ermöglicht eine gleichmäßigere Verteilung der zur Halterung und Führung des Glasstrangs erforderlichen Kräfte und damit eine Reduzierung der Anpresskraft der einzelnen
20 Rollkörper. Oberflächenbeschädigungen werden so vermieden oder reduziert.

Im Hinblick hierauf hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Rollkörper der mindestens einen zweiten Abzugseinheit in Richtung senkrecht zur Längsachse des Glasstrangs bewegbar sind. Diese Rollkörper zeichnen sich somit dadurch aus, dass ihre „radiale Position“ (in Richtung senkrecht zur Längsachse
25 des Glasstrangs gesehen) beim Ziehprozess nicht fest sondern variabel ist. Somit können die Rollkörper im Falle eines gebogenen Glasstrang der Biegung folgend in radialer Richtung nachgeführt werden. Dadurch wird vermieden, dass Kräfte entstehen, die nicht senkrecht zur Glasstrang-Längsachse wirken. Derartige Kräfte würden sich andernfalls durch Hebelwirkung auf den Bereich der erweichten Zone
30 auswirken und dabei zu einer zusätzlichen Verschlechterung der Maßhaltigkeit des

Glasstrangs führen. Die radiale Nachführung wird beispielsweise durch motorisches Nachführen (Positionieren) der Rollkörper an den Glasstrang und besonders vorteilhaft durch ein „Schwebekissen“ erreicht, das eine radiale Gleitbewegung der Rollkörper (bzw. von deren Halterungen) nahezu ohne Reibungswiderstand ermöglicht.

Eine weitere Verbesserung ergibt sich dadurch, dass die Rollkörper der mindestens einen zweiten Abzugseinheit als Hilfs-Rollkörper eingesetzt werden, bei denen das Drehmoment anhand des Drehmoments des Referenz-Rollkörpers eingestellt wird. Hierbei wird nicht nur das Drehmoment der Hilfs-Rollkörper der ersten Abzugseinheit, sondern auch das Drehmoment der Rollkörper der zweiten (oder auch jeder weiteren) Abzugseinheit koordiniert. Das Soll-Drehmoment ergibt sich für alle Hilfs-Rollkörper, die im Eingriff mit dem Glasstrang sind, aus dem Wert für das Drehmoment der Referenzrolle, wie dies oben für den mindestens einen Hilfs-Rollkörper der ersten Abzugseinheit näher beschrieben ist. Das Drehmoment der Hilfs-Rollkörper wird auf das Soll-Drehmoment eingestellt oder daraufhin eingeregelt. Durch die Vielzahl der Rollkörper, die mit dem Glasstrang in Eingriff sind, gelingt es einerseits, die für die Halterung und Führung des Glasstrangs erforderliche Kraft gleichmäßiger zu verteilen, und dadurch die lokal durch jeden einzelnen Rollkörper wirkende Anpresskraft gering zu halten, und andererseits werden durch die Koordination der Drehmomente Gangunterschiede zwischen den einzelnen Rollkörpern verringert oder vermieden. In einem besonders bevorzugten Fall wird das Drehmoment für jeden Rollkörper im Eingriff mit dem Glasstrang separat geregelt.

Es hat sich besonders bewährt, die Rollkörper mit einer einstellbaren Anpresskraft gegen den Glasstrang zu drücken. Die Anpresskraft kann für jeden der Rollkörper individuell eingestellt werden, oder auf den gleichen Wert für alle Rollkörper einer Abzugseinheit, oder auf den gleichen Wert für alle Rollkörper des Abzugs insgesamt. Das Einstellen erfolgt durch Steuerung oder durch Regelung. Durch eine gesteuerte oder geregelte Einstellung lassen sich die Anpresskräfte gezielt auf die einzelnen Rollkörper verteilen und damit lokal hohe Anpresskräfte

vermeiden. Der Vorschub der Rollkörper zum Erzeugen der Anpresskraft kann hydraulisch, pneumatisch oder durch einen Motor erfolgen.

Es hat sich als besonders günstig erwiesen, die Anpresskraft in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen Glasstrangs einzustellen. Mittels der Anpresskraft der Rollkörper und der dadurch erzeugten Haftreibung mit dem Glasstrang wird die vertikal nach unten wirkende Gewichtskraft abgetragen. Eine gewisse Haftreibung, unterhalb der es zu einem Durchrutschen des Glasstrangs käme, darf dabei nicht unterschritten werden. Das Gewicht des Glasstrangs nimmt bis zum Abtrennen des Teilstücks der gewünschten Länge kontinuierlich zu. Daher werden im einfachsten Fall die Rollkörper von Anfang an mit einer Anpresskraft gegen den Glasstrang gedrückt, die ausreicht, das maximal zu erwartende Gewicht abzutragen. Alternativ dazu wird die die Anpresskraft mit zunehmendem Gewicht kontinuierlich oder schrittweise erhöht. Durch die letztgenannte Verfahrensvariante lassen sich Oberflächenschäden weiter minimieren.

Im Hinblick hierauf hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, bei Überschreiten einer vorgegebenen maximalen Anpresskraft bei den Rollkörpern der ersten Abzugseinheit, zusätzlich die Rollkörper der zweiten Anzugseinheit in Eingriff mit dem Glasstrang zu bringen, oder alternativ dazu, die Anpresskraft bei bereits in Eingriff mit dem Glasstrang befindlichen Rollkörpern der zweiten Anzugseinheit zu erhöhen. Bei dieser Verfahrensweise wird für die Anpresskraft eines Rollkörpers ein maximal zulässiger Wert vorgegeben (im Folgenden „Maximalwert“ genannt). Die zum Abtragen des Gewichts aufzubringende Haftreibung wird zunächst (bei geringem Gewicht) mit wenigen Rollkörpern der ersten Abzugseinheit erzeugt. Diese werden entweder von Anfang an mit vorgegebener Anpresskraft (\leq Maximalwert) gegen den Glasstrang gedrückt oder die Anpresskraft wird mit zunehmendem Gewicht des Glasstrangs erhöht. Sobald die durch die Rollkörper der ersten Abzugseinheit aufzubringende Haftreibung nicht mehr ausreicht, um das Gewicht des Glasstrangs abzutragen, werden entweder weitere Rollkörper in Eingriff mit dem Glasstrang gebracht, die dann ebenfalls durch ihre Anpresskraft und die dadurch erzeugte Haftreibung einen Teil des Gewichts des Glasstrangs abfangen, oder die Anpresskraft wird bei

Rollkörpern erhöht, die zwar bereits im Eingriff mit dem Glasstrang sind, aber mit einer Anpresskraft unterhalb des vorgegebenen Maximalwerts. Sobald zusätzliche Haftreibung durch Rollkörper der zweiten (und jeder weiteren Abzugseinheit) bereitgestellt ist, kann die Anpresskraft der Rollkörper der ersten Abzugseinheit
5 wieder gesenkt werden. Im Idealfall wird allen Rollkörpern, die mit dem Glasstrang in Eingriff sind, die gleiche Anpresskraft aufgeprägt, wobei die Anpresskraft gerade so hoch eingestellt wird, dass sie in Verbindung mit dem Glasstrang eine Haftreibung erzeugt, die bei dem jeweiligen Gewicht ein Durchrutschen des Glasstrangs gerade noch verhindert.

10 Eine weitere Verbesserung ergibt sich dadurch, dass die Regelung der Anpresskraft ein Dämpfungsglied umfasst. Das Dämpfungsglied hat eine kleinere Federkonstante als die Mechanik des Abzugs, so dass es deren Eigenschwingungen dämpft. Dadurch werden Überschwinger vermieden, was sich für die Regelung der Anpresskraft insbesondere bei schnellen
15 Gewichtsänderungen, etwa beim Abtrennen eines Glasstrang-Teilstücks, als besonders vorteilhaft erweist. Das Dämpfungsglied ist in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als mechanisches Federelement ausgebildet, beispielsweise als Torsionsfeder.

Durch das Anpressen der Rollkörper wird die zum Abtragen des Glasstrang-
20 Gewichts erforderliche Haftreibung erzeugt. Vorzugsweise werden Rollkörper mit einer Abrollfläche mit einem Reibungskoeffizienten im Bereich von 0,2 bis 0,5 eingesetzt. Bei einer Abrollfläche mit hohem Reibungskoeffizienten genügt eine geringe Anpresskraft zur Erzeugung einer ausreichenden Haftreibung. Allerdings bedingt ein hoher Reibungskoeffizient in der Regel eine Abrollfläche mit deutlicher
25 Oberflächenstruktur, die zu Verletzungen des Glasstrangs führen kann. Dieser Nachteil wird durch eine Abrollfläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten vermieden. Allerdings ist dann eine hohe Anpresskraft zur Erzeugung einer ausreichenden Haftreibung erforderlich, was ebenfalls zu Verletzungen des Glasstrangs führen kann. In dieser Hinsicht erweist sich eine Abrollfläche mit
30 einem Reibungskoeffizienten im oben genannten Bereich als geeigneter Kompromiss.

Als Materialien für die Abrollfläche haben sich Werkstoffe besonders bewährt, die Asbest, Asbestersatzstoffe oder SiC enthalten. Die Rollkörper bestehen aus den genannten Materialien oder sie sind im Bereich ihrer Abrollfläche damit beschichtet. Die genannten Materialien können auch auf einem Träger, beispielsweise auf einem Netz, Gitter, Gewebe, Gestrick oder dergleichen aus Metall oder Graphit aufgebracht sein. Neben einer guten Abriebfestigkeit ist eine hohe Hitzebeständigkeit wesentlich. Als Beispiel für Asbestersatzstoffe seien Kalziumsilikat und Aluminiumsilikat genannt.

Hinsichtlich der Vorrichtung wird die oben angegebene Aufgabe ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß einerseits dadurch gelöst, dass eine Einrichtung zur Ermittlung des Drehmoments beim Abrollen des Referenz-Rollkörpers und eine Einrichtung zum Einstellen des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper auf ein Soll-Drehmoment vorgesehen sind.

Hinsichtlich der Ausbildung und Anordnung der Rollkörper und der Definitionen für die auch im Folgenden verwendeten Begriffe „Referenz-Rollkörper“ und „Hilfs-Rollkörper“ wird auf die obigen Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Einrichtung zur Ermittlung des Drehmoments beim Abrollen des Referenz-Rollkörpers und eine Einrichtung zum Einstellen des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper vorgesehen sind. Mittels der Einrichtung zur Ermittlung des Drehmoments wird das Drehmoment der Referenzrolle oder ein mit diesem Drehmoment korrelierbarer Wert ermittelt, und der ermittelte Wert wird als Maß für das Drehmoment der übrigen Rollkörper der ersten Abzugseinheit herangezogen.

Der Wert des Drehmoments der Referenzrolle lässt sich sowohl messtechnisch als auch rechnerisch ermitteln. Im erstgenannten Fall ist eine Messvorrichtung zur Messung des an der Referenzrolle wirkenden Drehmoments vorgesehen. Hierfür geeignet sind zum Beispiel sogenannte „DMS-Aufnehmer“

(Dehnungsmessstreifen) oder damit ausgestattete Messgeräte, wie Drehmomentenmesswellen. Mittels der Messvorrichtung wird die an der Referenzrolle in Richtung des abgezogenen Glasstrangs wirkende Kraft erfasst, die sich in Abhängigkeit vom aktuellen Gewicht des abgezogenen Glasstrangs ergibt.

Das Drehmoment beim Abrollen der Rollkörper der ersten Abzugseinheit wird anhand des Drehmoments der Referenzrolle koordiniert. Hierzu ist eine Einrichtung zum Einstellen des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper auf das Soll-Drehmoment vorgesehen. Die Einrichtung zum Einstellen des Drehmoments umfasst zum Beispiel einen Antrieb für die Abrollbewegung des jeweiligen Rollkörper, der mit einem Drehzahlregler mit Korrekturereingang verbunden ist, und eine Messvorrichtung zur Messung des am jeweiligen Rollkörper wirkenden Drehmoments. Über die Einstellung der Drehzahl beim Abrollen ermöglicht eine derartige Einrichtung eine geregelte Einstellung des aktuellen Drehmoments auf ein Soll-Drehmoment, das vom Drehmoment der Referenzrolle abgeleitet wird.

Die Einstellung des Drehmoments des oder der Hilfs-Rollkörper erfolgt mehrmals während des Ziehprozesses oder kontinuierlich. Vorzugsweise wird das Soll-Drehmoment kontinuierlich auf den Wert des Drehmoments des Referenz-Rollkörpers eingestellt. Änderungen des Drehmoment des Referenz-Rollkörpers zum Beispiel aufgrund von Gewichtsänderungen des Glasstrangs oder aufgrund von Abrieb beim Referenz-Rollkörper werden über eine entsprechende Anpassung des Soll-Drehmoments berücksichtigt. So wird gewährleistet, dass die Rollkörper der Abzugseinheit stets gleiche oder ähnliche Umfangsgeschwindigkeiten aufweisen und Gangunterschiede zwischen den Rollkörpern vermieden werden.

Es wird eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung bevorzugt, bei welcher der Abzug mindestens eine mehrere Rollkörper umfassende zweite Abzugseinheit aufweist. Die zweite Abzugseinheit ist - in Richtung der Glasstrang-Längsachse gesehen - oberhalb oder unterhalb der ersten Abzugseinheit angeordnet. Es können mehrere axial beabstandete Abzugseinheiten eingesetzt

werden. Unter einer „zweiten Abzugseinheit“ wird hier und im Folgenden jede weitere – zweite, dritte, vierte usw. – Abzugseinheit verstanden.

Die zweite Abzugseinheit umfasst mindestens zwei Rollkörper. Es ist nicht erforderlich, dass die Anzahl, Geometrie oder Anordnung der Rollkörper von erster
5 und zweiter Abzugseinheit übereinstimmen. Hinsichtlich der Geometrie und der Anordnung der Rollkörper der zweiten und jeder weiteren Abzugseinheit am Glasstrang gilt das oben für die Rollkörper der ersten Abzugseinheit Gesagte entsprechend.

Die mindestens eine zweite Abzugseinheit wird vorzugsweise im selben Rahmen
10 gehalten wie die erste Abzugseinheit, wobei die Rollkörper der zweiten Abzugseinheit in Richtung senkrecht zur Längsachse des Glasstrangs bewegbar an dem Rahmen gelagert sind. Diese Rollkörper zeichnen sich somit dadurch aus, dass ihre „radiale Position“ (in Richtung senkrecht zur Längsachse des Glasstrangs gesehen) beim Ziehprozess nicht fest sondern variabel ist. Somit
15 können die Rollkörper im Falle eines gebogenen Glasstrangs der Biegung folgend in radialer Richtung nachgeführt werden. Dadurch wird die Ausbildung von Kräften vermieden, die nicht senkrecht zur Glasstrang-Längsachse wirken. Die radiale Nachführung wird beispielsweise durch einen motorischen, hydraulischen oder einen pneumatischen Antrieb erreicht. Besonders vorteilhaft wird hierfür ein
20 „Schwebekissen“ eingesetzt, das eine radiale Gleitbewegung der Rollkörper (bzw. von deren Halterungen) nach Art eines Luftkissens nahezu ohne Reibungswiderstand ermöglicht.

Eine weitere Verbesserung ergibt sich dadurch, dass die Rollkörper der zweiten Abzugseinheit mit einer Einrichtung zum Einstellen des Drehmoments verbunden
25 sind. Dadurch lassen sich die Rollkörper der zweiten Abzugseinheit ebenfalls als „Hilfs-Rollkörper“ im Sinne dieser Erfindung betreiben. Das heißt, dass deren Drehmoment mittels der jeweiligen Einrichtung zum Einstellen des Drehmoments einstellbar ist. Das Soll-Drehmoment ergibt sich für alle Hilfs-Rollkörper aus dem Wert für das Drehmoment der Referenzrolle. Durch die Rollkörper der zweiten
30 (und weiteren) Abzugseinheit gelingt es einerseits, die für die Halterung und Führung des Glasstrangs erforderliche Kraft auf die Anpresskräfte einer Vielzahl

von Rollkörpern, die mit dem Glasstrang in Eingriff sind, zu verteilen, somit die lokal durch jeden einzelnen Rollkörper wirkende Anpresskraft gering zu halten, und andererseits durch die Koordination der Drehmomente Gangunterschiede zwischen den einzelnen Rollkörpern zu verringern oder zu vermeiden. Im Idealfall ist für jeden Rollkörper im Eingriff mit dem Glasstrang eine separate Einrichtung zur Einstellung des Drehmoments vorgesehen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Anpresskraftregeleinheit vorgesehen, mittels der die Rollkörper mit einer einstellbaren Anpresskraft gegen den Glasstrang gedrückt werden. Die Anpresskraft kann für jeden der Rollkörper individuell eingestellt werden, oder auf den gleichen Wert für alle Rollkörper einer Abzugseinheit, oder auf den gleichen Wert für alle Rollkörper des Abzugs insgesamt.

Das Einstellen der Anpresskraft erfolgt geregelt durch die Anpresskraftregeleinheit. Durch die geregelte Einstellung lassen sich die Anpresskräfte gezielt auf die einzelnen Rollkörper verteilen und damit lokal hohe Anpresskräfte vermeiden. Außerdem kann die Anpresskraft in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen Glasstrangs eingestellt werden. Hierzu wird auf obige Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Anpresskraftregeleinheit ein Dämpfungsglied umfasst. Das Dämpfungsglied hat eine kleinere Federkonstante als die Mechanik des Abzugs, so dass es deren Eigenschwingungen dämpft. Das Dämpfungsglied ist in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als mechanisches Federelement ausgebildet, beispielsweise als Torsionsfeder.

Eine Schwenkvorrichtung, mittels der der Rahmen um einen Kippwinkel zur Vertikalen schwenkbar ist, hat sich besonders bewährt. Für den Fall, dass die Mittelachse des abgezogenen Glasstrangs von der Vertikalen abweicht, kann der Abzug, inklusive der jeweiligen Abzugseinheiten mittels der Schwenkvorrichtung um den entsprechenden Winkel aus der Vertikalen verkippt werden.

Weiterhin wird die oben angegebene Aufgabe hinsichtlich der Vorrichtung ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Rollkörper mit einer Abrollfläche mit einem Reibungskoeffizienten im Bereich von 0,2 bis 0,5 versehen sind.

- 5 Hinsichtlich der Ausbildung und Anordnung der Rollkörper und der Definitionen für die auch im Folgenden verwendeten Begriffe „Referenz-Rollkörper“ und „Hilfs-Rollkörper“ wird auf die obigen Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich durch Rollkörper mit einer Abrollfläche mit einem Reibungskoeffizienten im Bereich von 0,2 bis 0,5 aus. Bei einer Abrollfläche mit hohem Reibungskoeffizienten genügt eine geringe Anpresskraft zur Erzeugung einer ausreichenden Haftreibung. Allerdings bedingt ein hoher Reibungskoeffizient in der Regel eine Abrollfläche mit markanter Oberflächenstruktur, die zu Verletzungen des Glasstrangs führen kann. Dieser
15 Nachteil wird durch eine Abrollfläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten vermieden. Allerdings ist dann eine hohe Anpresskraft zur Erzeugung einer ausreichenden Haftreibung erforderlich, was ebenfalls zu Verletzungen des Glasstrangs führen kann. In dieser Hinsicht erweist sich ein Rollkörper mit einer Abrollfläche mit einem Reibungskoeffizienten im oben genannten Bereich als
20 geeigneter Kompromiss.

Als Materialien für die Abrollfläche haben sich Werkstoffe besonders bewährt, die Asbest, Asbestersatzstoffe oder SiC enthalten. Die Rollkörper bestehen aus den genannten Materialien oder sie sind im Bereich ihrer Abrollfläche damit beschichtet. Die genannten Materialien können auch auf einem Träger,
25 beispielsweise auf einem Netz, Gitter, Gewebe, Gestrick oder dergleichen aus Metall oder Graphit aufgebracht sein. Neben einer guten Abriebfestigkeit ist eine hohe Hitzebeständigkeit wesentlich. Als Beispiel für Asbestersatzstoffe seien Kalziumsilikat und Aluminiumsilikat genannt.

30 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und einer Patentzeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen im Einzelnen:

Figur 1 ein Schaltbild für eine Drehmomentregelung eines Abzugs zur Durchführung des erfindungsgemäßen Vertikalziehverfahrens, und

Figur 2 ein Schaltbild für eine Regelung der Anpresskraft bei diesem Verfahren.

Figur 1 zeigt ein Schaltbild für einen Abzug zum Ziehen eines Quarzglasstrangs 5 mit vertikal orientierter Längsachse 15, der eine obere Abzugseinheit 1 und eine untere Abzugseinheit 2 aufweist. Die obere Abzugseinheit 1 umfasst zwei Abzugsrollen 3; 4, die in einer festen, horizontalen Position P1 an einem Quarzglasstrang 5 gegenüberliegend angeordnet sind und an diesem mit gegensinniger Drehrichtung 6 abrollen. Gleichermaßen weist auch die untere Abzugseinheit 2 zwei, in der festen horizontalen Position P2 am Quarzglasstrang 5 gegenüberliegend angreifende Abzugsrollen 7; 8 auf, wobei zwischen P1 und P2 ein Abstand von 55 cm eingestellt ist. Die sich jeweils gegenüberliegenden Abzugsrollen 3; 4 bzw. 7; 8 werden mit vorgegebener Anpresskraft gegen den Quarzglasstrang 5 gedrückt, wobei sich die Anpresskräfte gegenseitig kompensieren.

Bei den Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 handelt es sich um Rollen mit einem anfänglichen nominalen Außendurchmesser von 215 mm und einer Breite von 100 mm aus Aluminium, deren zylindermantelförmige Abrollfläche 9 durch einen Belag aus Kalziumsilikat gebildet wird. Der Reibungskoeffizient der Abrollfläche an dem Quarzglasstrang 5 liegt bei ca. 0,36.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Einstellung des Drehmoments der Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 beim Abrollen an dem Quarzglasstrang 5 anhand des in Figur 1 dargestellten Schaltbilds näher beschrieben.

Die Abzugsrolle 3, als einzige drehzahlgeregelte Abzugsrolle des Abzugs, bildet die „Referenzrolle“ für die Abzugsregelung. Durch die Drehzahlregelung wird der Abzugsrolle 3 ein Nominalwert N für die Soll-Drehzahl vorgegeben, wie dies anhand des Input-Pfeiles 11 dargestellt ist. Der Nominalwert N ergibt sich aufgrund der erforderlichen Ziehgeschwindigkeit, die Stellgröße der Regelung für den Außendurchmesser des Quarzglasstrangs 5 ist. Im Ausführungsbeispiel ergibt sich

bei einem Quarzglasstrang von 90,1 mm ein Nominalwert N für die Drehzahl der Referenzrolle 3 von 5,9 U/min.

Die Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 sind jeweils mit einem separaten Drehzahlregler 30 verbunden. Einem Eingang der Drehzahlregler 30 wird jeweils der Nominalwert N für die Soll-Drehzahl der Referenzrolle 3 über die Verbindungsleitung 12 zugeführt. Dem zweiten Eingang wird jeweils über die Verbindungsleitung 14 ein Korrektursignal K zugeführt, die sich aus einer Messung des Drehmoments der Referenzrolle 3 und des jeweiligen Drehmoments der Abzugsrolle 4; 7; 8 ergibt.

Für die Messung des Drehmoments der Referenzrolle 3 (schematisch dargestellt durch den Blockpfeil F) ist ein DMS-Sensor (Biegebalken) 13 vorgesehen. Das an der Referenzrolle 3 wirkende Drehmoment F stellt sich dort aufgrund der aktuellen Gewichtskraft des Quarzglasstrangs 5 in Verbindung mit der Haftreibung und dem Außendurchmesser der Referenzrolle 3 ein. Der gemessene Wert für das Drehmoment F dient als „Soll-Drehmoment“ für die übrigen Abzugsrollen 4; 7; 8 des Abzugs und bildet hierbei einen ersten Beitrag zu dem genannten Korrektursignal K.

Ein zweiter Beitrag zu dem Korrektursignal K ergibt sich aus Messwerten der Drehmomente der übrigen Abzugsrollen 4; 7; 8. Hierfür ist an jeder Abzugsrolle 4; 7; 8 jeweils ein DMS-Sensor 33 vorgesehen. Auch an den Abzugsrollen 4; 7; 8 stellt sich das Drehmoment F aufgrund der aktuellen Gewichtskraft des Quarzglasstrangs 5 in Verbindung mit der Haftreibung und dem Außendurchmesser der jeweiligen Abzugsrolle 4; 7; 8 ein.

Durch Vergleich von erstem und zweitem Beitrag ergibt sich das Korrektursignal K, das zum Nachjustieren der Drehmomente F an den Abzugsrollen 4; 7; 8 herangezogen wird. Hierzu ist für jede Abzugsrolle 4; 7; 8 eine separate Regelstrecke 31 vorgesehen, mittels der das jeweilige Drehmoment F auf das vorgegebene Soll-Drehmoment eingeregelt wird.

Die beschriebene Kombination von Drehzahl- und Drehmomenteregelung gewährleistet, dass alle Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 des Abzugs die gleichen Umfangsgeschwindigkeiten aufweisen. Änderungen des Soll-Drehmoments (bei

der Referenzrolle 3) – zum Beispiel aufgrund von Gewichtsänderungen des Glasstrangs 5 - werden unmittelbar erfasst und bei den übrigen Abzugsrollen 4; 7; 8 berücksichtigt. Ebenso werden Änderungen bei den Abzugsrollen 4; 7; 8 berücksichtigt, die zu einer Änderung des jeweiligen Drehmoments F führen – wie eine Verringerung des Außendurchmessers – indem das Drehmoment F der Abzugsrolle 4; 7; 8 dementsprechend nachjustiert wird.

Oberflächenverletzungen des Quarzglasstrangs 5 durch Gangunterschiede zwischen den Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 werden so vermieden.

Zusätzlich wird die Anpresskraft, mit der die Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 gegen den Quarzglasstrang 5 drücken, kontinuierlich überwacht und geregelt. Diese Regelung wird im Folgenden anhand des in Figur 2 dargestellten Beispiels näher beschrieben.

Figur 2 zeigt die Regeleinheit zur Regelung der Anpresskraft am Beispiel des Rollenpaares der oberen Abzugseinheit 1. Die Abzugsrollen 3; 4 werden mit einer einstellbaren, durch die Richtungspfeile 34 symbolisierten Kraft im Bereich zwischen 10 und 65 kp, gegen den Quarzglasstrang 5 gedrückt, indem die Abzugsrollen 3; 4 in Richtung senkrecht zur Längsachse 15 des Quarzglasstrangs 5, die hier senkrecht zur Blattebene verläuft, hin- und herbewegt werden, wie dies die Richtungspfeile 16 andeuten. Hierzu sind die Abzugsrollen 3; 4 jeweils an einem Träger 17 befestigt. Die Träger 17 sind auf einem Gleitlager 35 gleitbar gelagert, wobei sie mittels eines über zwei Walzen 18 umlaufenden Riemen 19 auf ihrer horizontalen Ebene aufeinander zu oder voneinander weg bewegt werden. Im Ausführungsbeispiel führt die Rotation der Walzen 18 in der durch den Richtungspfeil 36 dargestellten Richtung dazu, dass sich die Träger 17 und damit die Abzugsrollen 3; 4 aufeinander zu bewegen. Die Rotation der Walzen 18 erfolgt durch einen Motor 20. Zwischen dem Motor 20 und den Walzen 18 ist eine Torsionsfeder 21 vorgesehen.

Durch die Anpresskraft 34 der Abzugsrolle 3; 4 wird eine Haftreibung mit dem Quarzglasstrang erzeugt, die ausreichend ist, um das Gewicht des Quarzglasstrangs 5 aufzufangen. Eine Mindest-Haftreibung, unterhalb der es zu

5 einem Durchrutschen des Quarzglasstrangs 5 käme, darf nicht unterschritten werden. Andererseits ist eine möglichst geringe Anpresskraft 34 erwünscht, um Beschädigungen der Strang-Oberfläche zu vermeiden. Die Anpresskraft 34 wird deshalb so hoch eingestellt, dass sie in Verbindung mit dem Quarzglasstrang 5 eine Haftreibung erzeugt, die ein Durchrutschen des Quarzglasstrangs sicher verhindert, jedoch einen vorgegebenen Maximalwert (65 kp) nicht überschreitet. Der Maximalwert wird mittels Rechner 25 in einen Regelkreis 37 eingespeist.

10 Die Abzugsrollen 3; 4 werden mit einer anfänglichen Anpresskraft 34 von 10 kp gegen den Quarzglasstrang 5 gepresst. Da das Gewicht des Quarzglasstrangs 5 bis zum Abtrennen eines Teilstücks der gewünschten Länge zunimmt, wird die Anpresskraft 14 kontinuierlich erhöht. Hierzu wird das aktuelle Gewicht des Quarzglasstrangs 5 mittels Rechner 25 berechnet. Die Anpresskraft 34 wird mittels Kraftmessdosen 22 fortlaufend gemessen und der Mittelwert dieser Messwerte mit einem vom Rechner 25 ermittelten Sollwert (Leitung 23), der das aktuelle Gewicht
15 des abgezogenen Quarzglasstrangs 5 berücksichtigt, verglichen. Der resultierende Vergleichswert wird einem Regler 38 des Regelkreises 37 als Korrekturwert K zugeführt, der den Motor 20 regelt. Je nach Gewicht des Quarzglasstrangs 5 wird die Anpresskraft 34 erhöht - solange sie geringer ist als die vorgegebene Maximalkraft – oder verringert.

20 Die Torsionsfeder 21 hat eine kleinere Federkonstante als die Mechanik des Abzugs. Sie verhindert daher ein Überspringen der Regelung, insbesondere bei plötzlichen Änderungen der Regelparameter, wie beim Ablängen des Quarzglasstrangs 5.

25 Das Signal zum Öffnen oder Schließen der Abzugsrollen 3; 4 wird durch eine speicherprogrammierbare Steuererung (SPS) 39 vorgegeben, über die auch der Nominalwert für die Anpresskraft vorgegeben wird.

In einer hier nicht dargestellten Verfahrensvariante wird die zum Halten des Quarzglasstrangs erforderliche Anpresskraft rechnergesteuert (Rechner 25) auf die Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 der beiden Abzugseinheiten 1; 2 gleichmäßig verteilt.
30 Hierzu ist die untere Abzugseinheit 2 mit einer entsprechenden Mess-, Regel-

und Bewegungseinrichtung versehen, wie sie für die obere Abzugseinheit 1 in Figur 2 dargestellt ist. Die Abzugsrollen 7; 8 der unteren Abzugseinheit 2 werden hierbei erst in Eingriff mit dem Quarzglasstrang 5 gebracht, wenn die Anpresskraft 34 der Abzugsrolle 3; 4 die maximale Anpresskraft von 65 kp überschreitet oder wenn aus anderen Gründen eine gleichmäßige Verteilung der erforderlichen Anpresskraft auf mehrere Abzugsrollen sinnvoll ist. Sobald die zusätzliche Haftreibung durch die Abzugsrollen 7; 8 bereitsteht, wird die Anpresskraft der Abzugsrollen 3; 4 rechnergesteuert (Rechner 25) wieder soweit gesenkt, dass alle Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 die gleiche Anpresskraft 14 erzeugen. Die Anpresskraft der Abzugsrollen 7; 8 wird ebenfalls geregelt, wobei eine Regeleinheit eingesetzt wird, wie in Figur 2 dargestellt.

Außerdem sind die Abzugsrollen 7; 8 der unteren Abzugseinheit 2 mittels der Träger 17, Walzen 18, Riemen 19 und Motor 20 umfassenden Einrichtung auch insgesamt senkrecht zur Längsachse 15 des Quarzglasstrangs 5 verschiebbar. Die „radiale Position“ der Abzugsrollen 7; 8 ist somit variabel. Dadurch können diese Abzugsrollen 7; 8 im Fall einer auftretenden Biegung des Quarzglasstrangs 5 der Biegung folgen und in radialer Richtung rechnergesteuert nachgeführt werden. Alternativ hierzu wird für die radiale Nachführung ein „Schwebekissen“ eingesetzt, das eine radiale Gleitbewegung der Abzugsrollen 7; 8 Rollkörper nahezu ohne Reibungswiderstand ermöglicht. Ein derartige rein mechanische Nachführung ist kostengünstiger realisierbar als eine rechnergesteuerte Nachführung und daher insbesondere für Abzugsrollen einer dritten Ebene besonders geeignet.

Die Abrollflächen 9 der Abzugsrollen 3; 4, 7; 8 werden durch einen Belag aus Kalziumsilikat gebildet wird. Dabei handelt es sich um einen Asbest-Ersatzstoff, der sich durch hohe Temperaturbeständigkeit und hohen Reibungskoeffizienten auszeichnet. In Verbindung mit einem Quarzglasstrang werden Reibungskoeffizienten um 0,36 gemessen. Zur Verlängerung der Standzeit werden die Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 zusätzlich gekühlt. Die Kühlung erfolgt dadurch, dass die Oberfläche des Quarzglasstrangs 5 oberhalb der Abzugsrollen 3; 4; 7; 8 mittels eines Stickstoffstromes angeblasen werden.

In Tabelle 1 sind Beispiele für aktuelle Messwerte der Drehzahl, der Haltekraft und der Anpresskraft 34 während des erfindungsgemäßen Vertikalziehverfahrens angegeben.

5

Tabelle 1

Drehzahl Abzugseinheit 1	Abzugsrolle 3	5,76 min ⁻¹
	Abzugsrolle 4	5,77 min ⁻¹
Drehzahl Abzugseinheit 2	Abzugsrolle 7	5,75 min ⁻¹
	Abzugsrolle 8	5,75 min ⁻¹
Haltekraft Abzugseinheit 1	Abzugsrolle 3	-12,34 Kp
	Abzugsrolle 4	-12,41 Kp
Haltekraft Abzugseinheit 2	Abzugsrolle 7	-12,42 Kp
	Abzugsrolle 8	-12,43 Kp
Anpresskraft Abzugseinheit 1		64,4 Kp
Anpresskraft Abzugseinheit 2		64,1 Kp

Die Haltekraft ist hierbei ein Maß für das Drehmoment der jeweiligen Abzugsrolle. Aus den Messwerten, die eine Momentaufnahme während des Ziehverfahrens widerspiegeln, ist ersichtlich, dass sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgrund der kombinierten Regelung von Drehzahl- und Drehmoment (Haltekraft) bei den einzelnen Abzugsrollen unterschiedliche Werte für diese Parameter einstellen.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers, insbesondere
5 eines Quarzglaskörpers, in einem Vertikalziehprozess, umfassend einen
Verfahrensschritt, in welchem ein Glasrohling einer Heizzone zugeführt, darin
bereichsweise erweicht und aus dem erweichten Bereich ein Glasstrang mit
geregelter Ziehgeschwindigkeit mittels eines Abzugs abgezogen wird, der eine
10 erste Abzugseinheit mit am Glasstrang abrollenden und um dessen Umfang
verteilten Rollkörpern, die von einem Referenz-Rollkörper und mindestens
einem Hilfs-Rollkörper gebildet werden, aufweist, wobei die
Ziehgeschwindigkeit über die Drehzahl des Referenz-Rollkörpers geregelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen
15 Glasstrangs (5) ein Wert für das Drehmoment des Referenz-Rollkörpers (3)
ermittelt wird, und dass der ermittelte Wert als Soll-Drehmoment für die
Einstellung des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper (4; 7;
8) herangezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehmoment
20 bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper (4; 7; 8) auf das Soll-Drehmoment
geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abzug
eingesetzt wird, der mindestens eine mehrere Rollkörper (3; 4; 7; 8)
umfassende zweite Abzugseinheit (2) aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollkörper (7;
25 8) der mindestens einen zweiten Abzugseinheit (2) in Richtung senkrecht zur
Längsachse (15) des Glasstrangs (5) bewegbar sind.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollkörper der mindestens einen zweiten Abzugseinheit als Hilfs-Rollkörper (7; 8) eingesetzt werden, wobei deren Soll-Drehmoment anhand des Drehmoments des Referenz-Rollkörpers (3) eingestellt wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollkörper (3; 4; 7; 8) mit einer einstellbaren Anpresskraft (34) gegen den Glasstrang (5) gedrückt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpresskraft (34) in Abhängigkeit vom Gewicht des abgezogenen Glasstrangs (5) eingestellt wird.
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 3 und einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreiten einer vorgegebenen maximalen Anpresskraft bei den Rollkörpern (3; 4) der ersten Abzugseinheit (1), zusätzlich die Rollkörper (7; 8) der zweiten Anzugseinheit (2) in Eingriff mit dem Glasstrang (5) gebracht werden oder die Anpresskraft bei in Eingriff mit dem Glasstrang befindlichen Rollkörpern der zweiten Anzugseinheit erhöht wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung der Anpresskraft (14) ein Dämpfungsglied (21) umfasst.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Rollkörper (3; 4; 7; 8) mit einer Abrollfläche (9) mit einem Reibungskoeffizienten im Bereich von 0,2 bis 0,5 eingesetzt werden.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Abrollfläche (9) Asbest, Asbestersatzstoffe oder SiC enthält.

12. Vorrichtung zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers, insbesondere eines Quarzglaskörpers, in einem Vertikalziehprozess, mit einem ringförmigen Heizelement zum Erhitzen und Erweichen eines Glasrohlings, mit einem Abzug, der einen Rahmen aufweist, an dem eine erste Abzugseinheit mit am Glasstrang abrollenden und um dessen Umfang verteilten Rollkörpern, die von einem Referenz-Rollkörper und mindestens einem Hilfs-Rollkörper gebildet werden, gehalten wird, wobei der Referenz-Rollkörper mit einer Drehzahlregelung zur Einstellung der Ziehgeschwindigkeit verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (13) zur Ermittlung des Drehmoments beim Abrollen des Referenz-Rollkörpers (3) und eine Einrichtung (14) zum Einstellen des Drehmoments bei dem mindestens einen Hilfs-Rollkörper (4; 7; 8) auf ein Soll-Drehmoment vorgesehen sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Abzug mindestens eine mehrere Rollkörper (7; 8) umfassende zweite Abzugseinheit (2) aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Abzugseinheit (2) im Rahmen gehalten wird, und dass die Rollkörper (7; 8) der mindestens einen zweiten Abzugseinheit (2) in Richtung senkrecht zur Längsachse (15) des Glasstrangs (5) bewegbar an dem Rahmen gelagert sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollkörper (7; 8) der zweiten Abzugseinheit (2) mit einer Einrichtung (14) zum Einstellen des Drehmoments verbunden sind.
16. Vorrichtung nach einem Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anpresskraftregeleinheit (25; 37; 38) vorgesehen ist, mittels der die Rollkörper (3; 4; 7; 8) mit einer einstellbaren Anpresskraft (34) gegen den Glasstrang (5) gedrückt werden.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpresskraftregeleinheit (25; 37; 38) ein Dämpfungsglied (21) umfasst.

18. Vorrichtung nach einem Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schwenkvorrichtung vorgesehen ist, mittels der der Rahmen um einen Kippwinkel zur Vertikalen schwenkbar ist.

5 19. Vorrichtung zur Herstellung eines zylinderförmigen Glaskörpers, insbesondere eines Quarzglaskörpers, in einem Vertikalziehprozess, mit einem ringförmigen Heizelement zum Erhitzen und Erweichen eines Glasrohlings, mit einem Abzug, der einen Rahmen aufweist, an dem eine erste Abzugseinheit mit am Glasstrang abrollenden und um dessen Umfang verteilten Rollkörpern, die von einem Referenz-Rollkörper und mindestens einem Hilfs-Rollkörper gebildet
10 werden, gehalten wird, wobei der Referenz-Rollkörper mit einer Drehzahlregelung zur Einstellung der Ziehgeschwindigkeit verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollkörper (3; 4; 7; 8) mit einer Abrollfläche mit einem Reibungskoeffizienten im Bereich von 0,2 bis 0,5 versehen sind.

15 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Abrollfläche (9) Asbest, Asbestersatzstoffe oder SiC enthält.

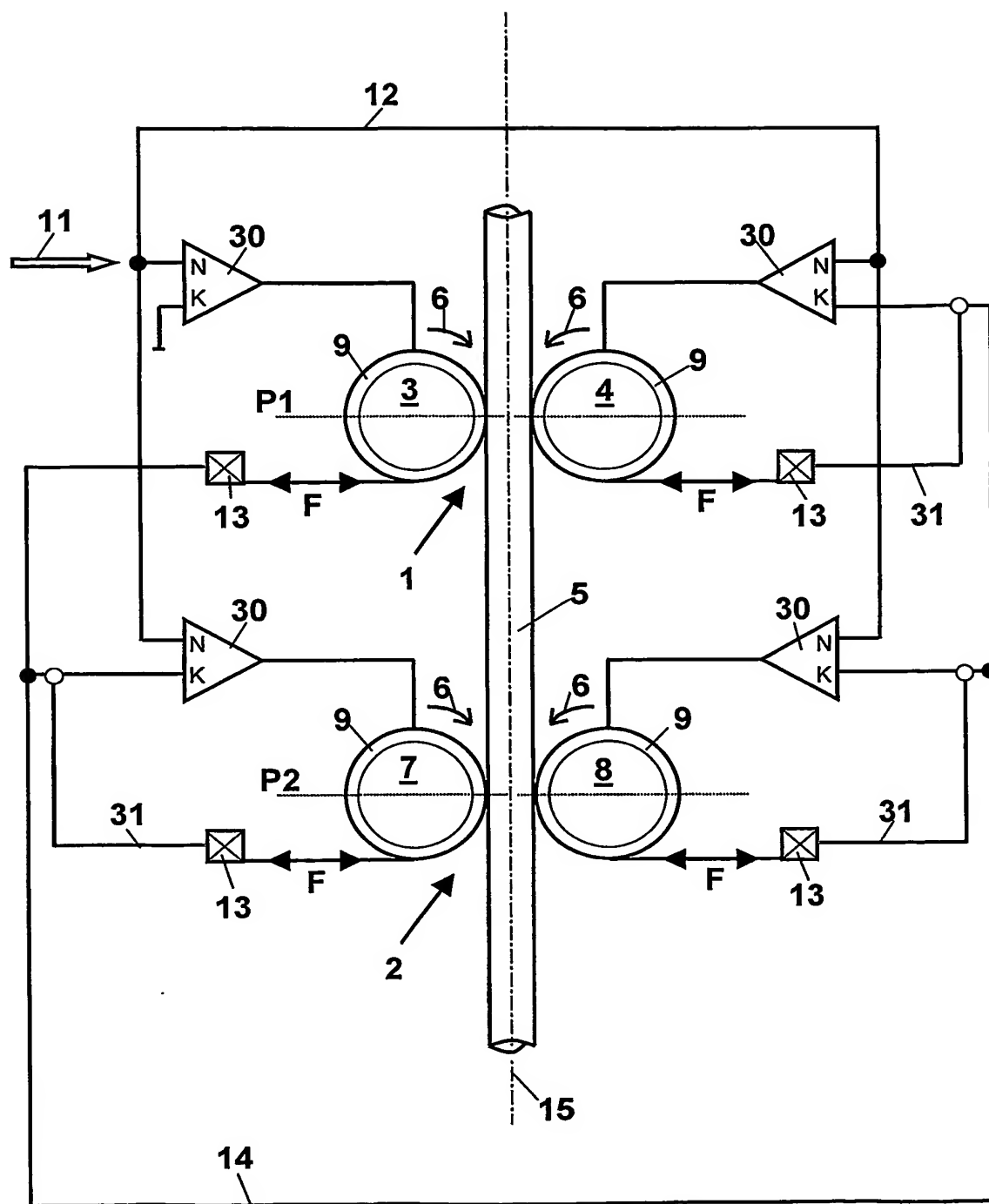


Fig. 1

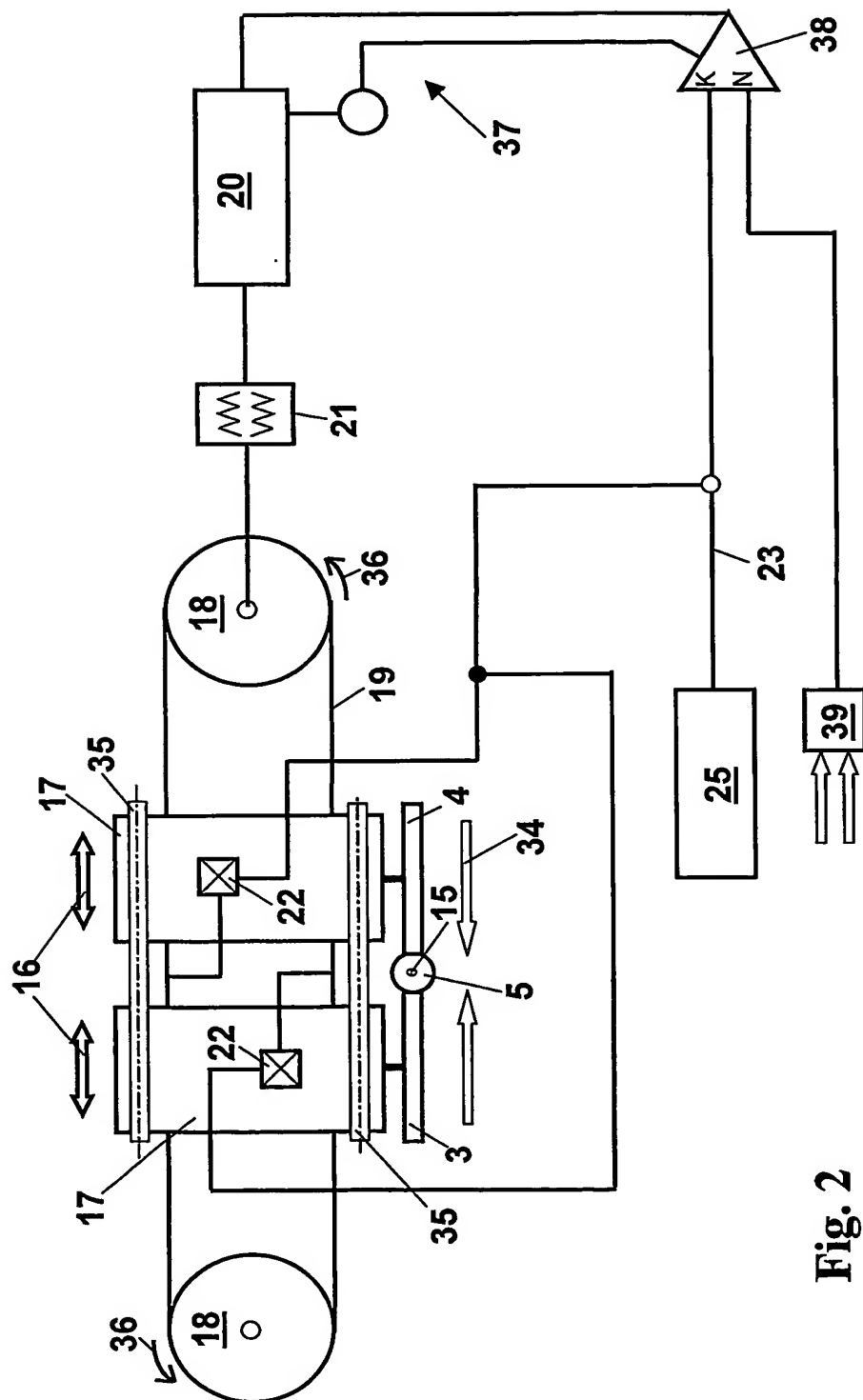


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/00664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C03B23/047 C03B37/012

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 767 810 A (FRANCE TELECOM) 5 March 1999 (1999-03-05) page 8, line 1 -page 9, line 17; claims ---	1-20
A	DE 195 36 960 A (HERAEUS QUARZGLAS ;FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)) 21 March 1996 (1996-03-21) cited in the application the whole document ---	1-20
A	EP 0 846 665 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 10 June 1998 (1998-06-10) column 3, line 15 -column 4, line 54 ---	1-20
A	EP 1 092 685 A (HERAEUS QUARZGLAS) 18 April 2001 (2001-04-18) the whole document --- -/--	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 October 2002

Date of mailing of the international search report

07/11/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reedijk, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/00664

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 3 652 248 A (LOXLEY TED A ET AL) 28 March 1972 (1972-03-28) column 3, line 28 - line 75</p>	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/00664

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2767810	A	05-03-1999	FR 2767810 A1	05-03-1999
DE 19536960	A	21-03-1996	DE 19536960 A1	21-03-1996
			DE 59600769 D1	10-12-1998
			EP 0767148 A1	09-04-1997
			JP 9124335 A	13-05-1997
			US 6098428 A	08-08-2000
EP 0846665	A	10-06-1998	JP 3188404 B2	16-07-2001
			JP 10167745 A	23-06-1998
			JP 10231136 A	02-09-1998
			EP 0846665 A2	10-06-1998
			US 6178778 B1	30-01-2001
EP 1092685	A	18-04-2001	DE 19949411 A1	26-04-2001
			EP 1092685 A1	18-04-2001
			JP 2001139335 A	22-05-2001
US 3652248	A	28-03-1972	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/00664

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C03B23/047 C03B37/012

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 767 810 A (FRANCE TELECOM) 5. März 1999 (1999-03-05) Seite 8, Zeile 1 -Seite 9, Zeile 17; Ansprüche	1-20
A	DE 195 36 960 A (HERAEUS QUARZGLAS ;FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)) 21. März 1996 (1996-03-21) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-20
A	EP 0 846 665 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 10. Juni 1998 (1998-06-10) Spalte 3, Zeile 15 -Spalte 4, Zeile 54	1-20
A	EP 1 092 685 A (HERAEUS QUARZGLAS) 18. April 2001 (2001-04-18) das ganze Dokument	1-20

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

g Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Oktober 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/11/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reedijk, A

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/00664

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 3 652 248 A (LOXLEY TED A ET AL)</p> <p>28. März 1972 (1972-03-28)</p> <p>Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 75</p> <p>-----</p>	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/00664

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2767810	A	05-03-1999	FR 2767810 A1	05-03-1999
DE 19536960	A	21-03-1996	DE 19536960 A1	21-03-1996
			DE 59600769 D1	10-12-1998
			EP 0767148 A1	09-04-1997
			JP 9124335 A	13-05-1997
			US 6098428 A	08-08-2000
EP 0846665	A	10-06-1998	JP 3188404 B2	16-07-2001
			JP 10167745 A	23-06-1998
			JP 10231136 A	02-09-1998
			EP 0846665 A2	10-06-1998
			US 6178778 B1	30-01-2001
EP 1092685	A	18-04-2001	DE 19949411 A1	26-04-2001
			EP 1092685 A1	18-04-2001
			JP 2001139335 A	22-05-2001
US 3652248	A	28-03-1972	KEINE	